

---

# Fluxo de caixa em risco em empresas não-financeiras

---

José Monteiro Varanda Neto

## RESUMO

O objetivo geral desta pesquisa é o estudo da utilização do Fluxo de Caixa em Risco (*Cash Flow at Risk* — CFaR), uma ferramenta de controle de risco de mercado que busca simular o valor em risco do fluxo de caixa futuro, tanto operacional como financeiro, de uma empresa dentro de um intervalo de confiança predefinido. A idéia é apresentar o modelo CFaR aplicado a uma empresa não-financeira, em especial uma empresa do setor elétrico geradora de energia, em que tanto os indexadores de seus ativos e passivos financeiros como a demanda por seus serviços podem ser tratados como variáveis aleatórias, num processo de modelagem estatística para mensuração da possível faixa de variação de seu fluxo de caixa no(s) exercício(s) subsequentes. Ao fim do trabalho, foi verificado que os valores observados na prática se encontram dentro do intervalo definido pelo modelo pela simulação, abrindo espaço para novas pesquisas e ensaios sobre o tema.

Recebido em 27/outubro/2005

Aprovado em 26/junho/2006

**Palavras-chave:** finanças, modelos, fluxo de caixa, risco de mercado, simulação de Monte Carlo.

## 1. INTRODUÇÃO

A experiência recente do mundo dos negócios é repleta de casos em que empresas consideradas de baixo risco de crédito tiveram problemas relacionados a pagamentos elevados aliados à queda no nível da demanda percebida, que fizeram com que toda sua estrutura de passivos tivesse que ser renegociada sob o risco de ocorrência do que se denomina, na literatura de finanças, uma situação de *financial distress*, ou seja, um cenário no qual a empresa não tem liquidez suficiente para fazer frente a seus desembolsos operacionais de curto prazo.

O setor elétrico é um exemplo marcante de evento em que o aumento no indexador dos passivos assumidos, aliado a uma queda na demanda pelo produto, trouxe problemas financeiros para algumas empresas. Em 2001, a **crise do apagão** fez com que o nível de demanda por energia elétrica pela população

---

José Monteiro Varanda Neto, Engenheiro Civil pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), Economista pela Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da USP, MBA pela Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas, Mestre em Contabilidade e Finanças Corporativas pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, é Gerente de Risco, Crédito e Compliance no Banco Fator S.A. (CEP 04530-001 — São Paulo/SP, Brasil).

E-mail: [jmonteiro@bancofator.com.br](mailto:jmonteiro@bancofator.com.br)

Endereço:

Banco Fator S.A.

Central de Risco, Crédito e Compliance

Rua Dr. Renato Paes de Barros, 1017 — 12º andar  
04530-001 — São Paulo — SP

sofresse um declínio, com famílias e empresas aprendendo a economizar energia.

Devido a esse quadro, a receita operacional das empresas também sofreu um decréscimo considerável, fruto da menor demanda gerada pelos novos padrões de consumo e pela economia declinante característica do período e combinada com a forte regulação exercida pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), que define os percentuais de reajuste de todas as distribuidoras do setor. O que se pôde ver, então, foram balanços com resultados ruins em sua maioria, debêntures sendo renegociadas e analistas de crédito baixando suas recomendações e *ratings*.

Num cenário de extrema volatilidade dos fatores de risco existentes no mercado financeiro do país, o risco de mercado presente nos balanços das empresas é cada vez mais um ponto de atenção, sobretudo naquelas nas quais a exposição a capital de terceiros é acentuada.

Além do resultado financeiro, a própria atividade pode ser influenciada por ciclos adversos que levariam à ocorrência de eventos tais que poderiam tornar seu fluxo de caixa negativo em demasia, causando uma situação na qual a empresa não possuiria liquidez necessária inclusive para arcar com suas obrigações de curto prazo, embora seu valor de mercado fosse positivo.

O Fluxo de Caixa em Risco (*Cash Flow at Risk* — CFaR) seria uma ferramenta importante para os gestores da empresa, para analistas de crédito e de investimento, enfim para o agente que quisesse medir qual o intervalo estatístico provável para o caixa futuro dessa empresa com uma dada probabilidade.

### 1.1. Objetivo

O problema da presente pesquisa é avaliar a utilização do CFaR como métrica de mensuração de risco de negócio e de mercado em empresas não-financeiras, levando em consideração as variáveis que definem o resultado de sua operação.

Através do CFaR, será realizado um estudo de caso da empresa geradora de energia AES Tietê S.A., exposta a risco de fluxo de caixa operacional, intrínseco à sua atividade, além do risco de taxa presente nos indexadores de seus passivos.

## 2. SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO (SMC)

### 2.1. Processos estocásticos

Processos estocásticos são uma variável que evolui ao longo do tempo de forma aleatória ou parcialmente aleatória e podem ser contínuos ou discretos, dependendo de a modelagem da variável tempo ser contínua ou discreta. Esses processos são utilizados para a modelagem de vários problemas reais, como apuração de opções, cálculo do valor de empresas, resolução de problemas matemáticos complexos e, por fim, cálculo do risco financeiro de uma carteira de investimentos,

ou, como no presente trabalho, no valor futuro das receitas e despesas de uma empresa não-financeira.

A equação utilizada no processo estocástico utilizado na Simulação de Monte Carlo (SMC) do presente trabalho é a de um processo geométrico browniano com média e volatilidades calculadas historicamente para cada uma das variáveis envolvidas:

$$S_{t+1} = S_t e^{\left[ \left( \alpha - \frac{\sigma^2}{2} \right) \Delta t + \sigma \sqrt{\Delta t} \varepsilon \right]} \quad [1]$$

em que:

$S_{t+1}$  = variável (por exemplo, preço) no instante subsequente;

$S_t$  = variável no instante atual;

$\alpha$  = um componente de tendência de crescimento;

$\sigma$  = volatilidade do processo.

### 2.2. A mecânica de uma SMC

A Simulação de Monte Carlo consiste em sortear um número razoável de números aleatórios, que terão distribuição normal com média zero e variância unitária, de sorte a estabelecer uma faixa de variação para o estado final da variável aleatória em questão. O caso mais geral é simular os caminhos de  $S(t)$ , com  $t$  variando de zero a  $T$  (período da análise). O caminho ou trajetória da variável aleatória será definido pela equação de difusão definida no item anterior.

Usando grande número de simulações, espera-se obter uma distribuição normal, para a variável  $\ln(S)$ . Assim, o procedimento de SMC<sup>(1)</sup> teria os seguintes passos:

- geração de números pseudo-aleatórios<sup>(2)</sup> distribuídos de acordo com uma distribuição normal padrão;
- definição do número de vezes em que a variável aleatória a ser modelada é formada ( $k$ );
- definição do tamanho da SMC ( $n$ ), que é função da precisão requerida (quanto maior o número de sorteios, melhor), *vis-à-vis* o tempo de computação necessário para executar as contas;
- execução da seguinte recursão:

$$S_j^i = S_j^{i-1} \exp\left(\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)dt + \sigma dz\right) \quad [2]$$

com  $i=1, \dots, k$  e  $j=1, \dots, n$ .

Feito isso, tem-se a distribuição da variável aleatória no instante de tempo  $T$ .

### 2.3. Transformação de Cholesky

No presente trabalho, algumas variáveis aleatórias serão simuladas simultaneamente. Essas variáveis apresentam correlações entre si. Uma forma de garantir que a geração de sequências aleatórias respeite uma matriz de correlações é a transformação de Cholesky, uma operação matricial que, aplicada

ao vetor de números aleatórios sorteados, produz um outro vetor de números aleatórios que têm a característica de obedecer a uma dada matriz de correlação entre eles. Uma vez simulados números independentes, a transformação de Cholesky é dada por:

$$Y = A^T \cdot \varepsilon \quad [3]$$

em que:

$Y$  = vetor de seqüências aleatórias com a correlação desejada;

$A$  = uma matriz triangular superior de tal modo que  $A^T \cdot A = \Sigma$ ;

$\varepsilon$  = o vetor de seqüências aleatórias com distribuição normal (0,1);

$\Sigma$  = a matriz de correlação.

Para que a transformação de Cholesky seja possível, é necessário que a matriz de correlação seja positiva definida, ou seja, para qualquer vetor  $x$  a forma quadrática  $x^T \cdot A \cdot x > 0$ .

### 3. FLUXO DE CAIXA EM RISCO

Basicamente, o objetivo da métrica CFaR é medir possíveis variações em algumas contas da demonstração do resultado do exercício (DRE), sobretudo aquelas que denotam alteração no fluxo de recursos da companhia, como o EBITDA, o fluxo de caixa livre e o lucro líquido.

O documento CorporateMetrics™ (RISKMETRICS GROUP, 1999, p.3) diz que “por ambiente corporativo, estamos nos referindo a um conceito que foca o valor da empresa para o acionista, além de variáveis financeiras-chave, como lucro ou fluxo de caixa. Isso é diferente do ambiente financeiro, que foca valores de carteiras e instrumentos financeiros”.

A abordagem é estatística, ou seja, o intervalo de variação do que pode ser a conta caixa em algum instante futuro, dado um nível de confiança, é simulado computacionalmente.

O termo  $\alpha\%$  refere-se à probabilidade estatística de o fluxo de caixa ser inferior a um valor CFaR determinado pelo modelo em questão. Pode-se encontrar uma definição formal para o CFaR em La Rocque e Lowenkron (2004, p.11):

- “Def: *Cash Flow-at-Risk* (CFaR): Valor mínimo de um fluxo de caixa numa determinada data ( $T$ ) no futuro, a um nível de significância de  $\alpha\%$  avaliado com as informações disponíveis hoje ( $t$ ). Equivale ao  $\alpha$ -ésimo percentil da distribuição de probabilidade do fluxo em questão numa determinada data no futuro. Tem-se um enfoque de médio/longo prazo e de fluxo de caixa ao invés de valor. Matematicamente, o CFaR da data  $T$  analisado em  $t$  a  $(1-\alpha\%)$  de confiança é definido como o número que faz com que  $P(\text{Fluxo de Caixa} \leq \text{CFaR}) = \alpha\%$ .”

Stein, Usher e Lagattuta (2001, p.1) notam que o CFaR pode ser útil para responder questões como:

- “Quanto o fluxo de caixa operacional de minha empresa pode cair no próximo ano se experimentarmos um evento negativo que corresponda a 5% das probabilidades possíveis?”

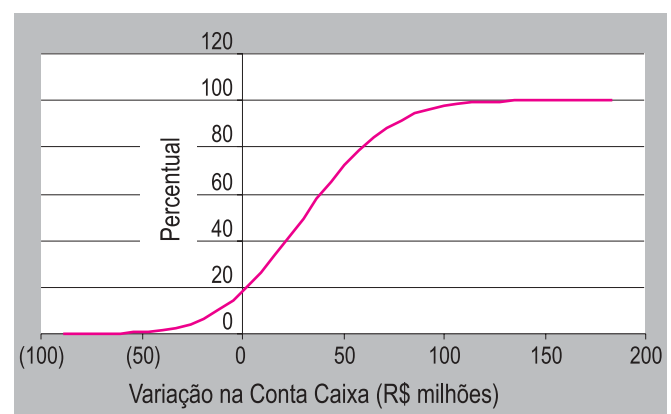
Suponha-se que se queira simular a receita realizada por uma empresa de celulose daqui a seis meses:

$$\text{Receita} = \text{Quantidade} \times \text{Preço em Dólares} \times \text{Taxa de Câmbio (R\$/US\$)} \quad [4]$$

Os três fatores de receita são aleatórios, a quantidade é função do preço que, por sua vez, tem um comportamento aleatório no tempo, o mesmo acontecendo com a taxa de câmbio. Se tiverem efeitos similares nos itens de custo e outros itens que afetem o caixa da empresa, ter-se-á que os levar em conta e chegar-se-á a uma distribuição do que seria a variação da conta caixa no final do período de análise.

Suponha-se a conta caixa de uma dada empresa não-financeira. Se forem alterados os fatores variáveis que possam alterar seu volume, como quantidade demandada, preço de venda, custo dos produtos vendidos, indexadores dos ativos e passivos financeiros e assim por diante, ter-se-á um sem-número de possíveis estados da natureza para essa conta no final de um dado período.

Lançando mão de uma SMC bem-calibrada, com distribuições estatisticamente tendendo a normal, volatilidades e correlações bem-calculadas, estrutura de pagamentos bem-definida e demanda bem-modelada, é possível criar cenários para o comportamento dessas variáveis ao longo do tempo e listar possíveis resultados que ocorreriam ao final desse período (ver gráfico 1).



**Gráfico 1: Frequência Acumulada — Probabilidade do Fluxo de Caixa**

No gráfico 1, no eixo das ordenadas, pode-se ver que existem 20% de probabilidade de haver alteração negativa na conta caixa no período analisado.

O modelo de CFaR é intensivo em simulação e deverá ser executado, primordialmente, por SMC dos fatores de risco aplicados à estrutura de passivos, à demanda da empresa e a seus custos e outras fontes de desembolso ou entrada de caixa.

Eppen e Fama (1969, p.119) observam que “entradas e saídas de caixa diárias são, até certo ponto, no mínimo imprevisíveis”. Sob esse ponto de vista, uma possível maneira de tratar o problema seria por meio de algoritmos de simulação.

#### 4. PARTICULARIDADES NA GERAÇÃO DO CFaR

Como qualquer método quantitativo, o CFaR parte de certas premissas e hipóteses básicas, tanto em sua concepção teórica quanto na parte de simulação. Entre as características principais do método estão as apontadas a seguir.

- Possibilidade de modelagem tanto da parte operacional da empresa como da parte financeira: embora as técnicas de avaliação de risco de mercado foquem, prioritariamente, o risco de posições financeiras, essa abordagem seria de pouco uso para empresas do lado real da economia que, diferentemente dos bancos, obtêm seu lucro de operações de compra de matéria-prima, processamento e venda de produtos. Tendo isso em vista, a modelagem do lado operacional, ou seja, as condições de oferta e de demanda enfrentadas pela empresa, torna-se de suma importância para o tratamento estatístico de seus resultados futuros.
- Necessidade de análise de todos os ativos e passivos financeiros da empresa: notadamente, os empréstimos que são contabilizados pela empresa têm características particulares, conforme o contrato que rege cada um deles. Pode tratar-se de uma debênture que paga juros mensais e amortizações anuais, um empréstimo para capital de giro que paga juros mensais, um acordo de acionista que limita um mínimo de dividendos a ser pago anualmente. Em suma, toda a estrutura de passivos deve ser avaliada para que um evento que é determinístico — como uma amortização de empréstimo sindicalizado, por exemplo — não comprometa os resultados do modelo.
- Possibilidade de geração de curva de demanda: uma das formas de incluir o risco de demanda na análise é por uma função de elasticidade preço-demanda. Essa função elasticidade fará com que, na simulação, a quantidade de produtos vendidos efetivamente varie com o preço verificado no mercado. Pode-se também incluir uma função de resposta da demanda enxergada pela companhia a alterações na atividade econômica, na forma de uma equação que relacione a demanda pelo produto em relação ao Produto Interno Bruto (PIB) e demais variáveis explicativas:

$$Q = f(P, Y, \dots) \quad [5]$$

em que:

$Q$  = quantidade comercializada do produto;

$P$  = seu preço;

$Y$  = é o PIB.

- Utilização de SMC: a SMC é usada na geração de diversos cenários das variáveis econômico-financeiras relevantes para a construção da distribuição de probabilidades do fluxo de caixa da empresa analisada.
- Utilização de informações de balanço e notas explicativas aliadas a técnicas de *valuation*: além das receitas operacionais, despesas financeiras, custo das mercadorias vendidas e outras receitas e despesas facilmente identificáveis, certas alterações na maneira como a empresa gere seu dia-a-dia (estoques, contas a pagar, contas a receber etc.) fazem com que a posição de caixa se altere em relação ao momento inicial da análise. Os investimentos previstos (*Capital Expenditures* — Capex) também são importantes.

#### 5. LIMITAÇÕES DO CFaR

Como em qualquer modelo, o CFaR lança mão de premissas e de simplificações em sua construção que podem levar a imperfeições, as quais serão maiores quanto mais distantes da realidade forem as premissas e simplificações efetuadas. Dentre as principais limitações do CFaR estão as descritas a seguir.

- Não se garante o que ocorre com o caixa entre períodos: o ideal é que se partilhe o intervalo de análise o máximo possível, de sorte a não ocorrerem situações em que se simule o caixa ao final do período e esteja positivo, mas poderia ter ocorrido algum evento dentro do período analisado que levasse a um problema de escassez de recurso. A limitação principal aí é de natureza computacional, porque é necessário um sistema capaz de realizar todos os cálculos e projeções com intervalo tão curto quanto possível, para que essas imprecisões sejam diminuídas.
- Medida de risco em situação de regime — não-captura situações de *stress*: dado que foram utilizadas médias e volatilidades históricas na definição e construção dos cenários, o CFaR torna-se uma medida de rotina, já que esses resultados não levam em consideração períodos de crise ou de *stress* de mercado.
- Dependência grande da modelagem da demanda: para as empresas não-financeiras, o lucro é oriundo de suas operações comerciais. A parte financeira pode ser significativa, mas seguramente não é a principal fonte de receita. Assim sendo, um engano na modelagem da demanda e em sua

interação com a oferta da empresa podem levar a consideráveis distorções nos resultados do modelo.

## 6. MODELO DE FLUXO DE CAIXA APLICADO À EMPRESA AES TIETÊ

Com base nas demonstrações financeiras de 2001, 2002, 2003 e 2004 e com o balanço de 2004, será realizado o cálculo do fluxo de caixa em risco para a empresa de geração de energia AES Tietê<sup>(3)</sup>. Como apresentado em seu ITR<sup>(4)</sup>, a AES Tietê vendeu um total de 11.056.980 MWh de energia gerada em seu parque gerador. Três quartos dessa energia (8.297.580 MWh) estão atrelados aos contratos iniciais firmados com as principais empresas de distribuição de energia elétrica do Estado de São Paulo.

O processo de desregulamentação do setor de energia elétrica previa a redução gradual dos contratos iniciais — celebrados antes da privatização — na proporção de 25% ao ano a partir de 2003. Em antecipação à redução da energia contratada pelos contratos iniciais, em dezembro de 2000, a Companhia celebrou um contrato bilateral de compra e venda de energia elétrica com a Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo S.A., com duração de 15 anos, que deverá absorver os montantes de energia liberados anualmente pelos contratos iniciais. Em 2004, mais 25% da energia contratada será liberada pelos contratos iniciais e automaticamente contratada pela Eletropaulo, conforme previsto no contrato bilateral assinado em 2000. Considerando-se o comportamento da produção de energia da empresa desde 2000, verificar-se-á que o montante gerado gira em torno de 11.000.000 MWh por ano. A energia assegurada pela empresa é 11.887.320 MWh por ano. A empresa pode vender mais do que produz, bastando para isso que opere uma compra no Mercado Atacadista de Energia Elétrica (MAE) equivalente a essa diferença. O consumo será modelado como uma variável aleatória com distribuição uniforme entre os valores mínimo e o máximo verificados entre 2000 e 2003, sendo o máximo valor majorado em 10%.

Em 2004, a quantidade de energia dos contratos iniciais será igual à dos contratos bilaterais, na casa dos 5.518.800 MWh. O preço dos contratos bilaterais no início de 2004 é dado por R\$263mi / 2.759.400 MWh = R\$95,57/MWh, enquanto o preço dos contratos iniciais no início de 2004 é dado por R\$536mi / 8.297.580 MWh = R\$64,62/MWh.

Para o cálculo da variação do fluxo de caixa da operação, é necessária, antes de tudo, a construção de uma DRE suporte que será usada para o cálculo de uma série de variáveis importantes, como Provisão para Imposto de Renda e Lucro Líquido (já que o *pay-out* de dividendos admitido no modelo é 100%). A partir daí, utiliza-se um modelo de fluxo de caixa similar ao indireto, porém sem partir do lucro líquido, já que é necessária a simulação da parte operacional da empresa, com utilização de uma função de demanda  $P=f(\dots)$ .

O valor da conta caixa ao fim de 2004 será igual ao valor da conta ao fim de 2003 somada a sua variação ao longo do ano.

Todas as contas de balanço e resultado que dependam de variáveis econômicas serão impactadas por alterações. Essas variáveis econômicas são admitidas possuindo distribuição normal, com média e volatilidade definidas.

As variáveis aleatórias com distribuição normal têm a forma de sino com eixo em sua média e podem ser definidas apenas conhecendo-se sua média e seu desvio-padrão.

Apesar de a literatura de finanças assumir que as variáveis financeiras têm distribuição gaussiana (normal), sabe-se que isso não é realidade. Não obstante, as variáveis do tipo taxa foram assumidas como possuindo distribuição normal (tabela 1), enquanto as variáveis do tipo preço foram admitidas como possuindo distribuição log-normal.

**Tabela 1**

### *Variáveis Aleatórias com Distribuição Normal*

Itens	Valor Inicial	Média (%)	Volatilidade (%)
TR	N/A	2,91	1,02
IGP-M	N/A	14,16	6,80
IGP-DI	N/A	14,12	6,75
USD	2,8892	16,91	18,47
CDI	N/A	20,06	2,43
IPCA	N/A	9,28	3,47
Preço MAE	20,18	-14,53	85,56

Essas variáveis irão impactar os seguintes itens da simulação:

- alteração no preço dos contratos de energia (IGP-M);
- aumento de despesa de pessoal (IPCA);
- provisões operacionais, taxa de fiscalização e seguros (IGP-M);
- receitas financeiras de aplicações (CDI e USD);
- despesas financeiras — empréstimos Eletrobrás (IGP-M);
- despesas financeiras — empréstimos CESP (TR e IGP-DI);
- empréstimo à AES Tietê Empreendimentos (CDI).

Existem algumas contas de resultado (notadamente custos) em que não foi possível verificar um padrão que pudesse indicar que elas apresentassem uma distribuição normal e, por extensão, estimar seus parâmetros. Além disso, a própria natureza das contas (despesas não-operacionais, serviços de terceiros) sugere que elas possuem comportamento randômico. Da mesma forma, não foi possível estabelecer um relacionamento linear claro entre algumas contas e a receita de vendas. Essas contas foram admitidas como possuindo distribuição uniforme, na qual qualquer evento tem igual probabilidade de ocorrência. O valor mínimo de cada variável foi dado pelo menor valor



em cinco anos e máximo dado pelo maior valor em cinco anos. Alterações substantivas na conta materiais também não são levadas em consideração devido a sua baixa magnitude.

Para a conta de investimentos, não há em seus demonstrativos menção alguma a futuros gastos em *Capital Expenditures* (Capex), o que levou à inserção da conta no grupo de variáveis uniformemente distribuídas (tabela 2).

**Tabela 2**

**Variáveis Aleatórias com Distribuição Uniforme**

Itens	Mínimo	Máximo
Quantidade Demandada	11.363.240	12.522.470
Despesas Não-Operacionais	(24.092)	(388)
Material	(4.872)	(1.968)
Serviços de Terceiros	(23.315)	(15.514)
Investimentos	8.923	27.218

A SMC será executada com geração de 65.000 cenários do conjunto de variáveis aleatórias definido nas tabelas anteriores. Um algoritmo foi desenvolvido no MS Excel para execução da rotina de SMC. Assim, a demonstração parte da receita bruta, descontando os custos, impostos sobre vendas, despesas, despesas de juros caixa e provisão para imposto de renda.

**Fluxo de Caixa de Operações**

Receita Bruta = Preço (IGP-M) x Quantidade (distribuição uniforme com mínimos e máximos históricos)

- (-) Deduções da Receita Bruta (proporcional à receita bruta)  
Receita Líquida
- (-) Energia Comprada para Repasse (=0)
- (-) Pessoal (igual a valor de 2003 mais a variação do IPCA)
- (-) Material (distribuição uniforme com mínimos e máximos históricos)
- (-) Serviços de Terceiros (distribuição uniforme com mínimos e máximos históricos)
- (-) Compensação Financeira por Utilização de Recursos Hídricos (proporcional à Receita Bruta)
- (-) Energia Elétrica Comprada para Revenda (valor igual a 2003)  
Depreciação e Amortização (não considerada)  
Provisões Operacionais (não considerada)
- (-) Taxa de Fiscalização (igual a 2003 mais a variação do IGP-M)
- (-) Seguros (igual a 2003 mais a variação do IGP-M)
- (-) Outras Despesas (igual a 2003 mais a variação do IGP-M)  
P.D.D. (não considerada e é nula)  
Equivalência Patrimonial (não considerada e é nula)
- (+) Receitas Financeiras = f (CDI, USD)
- (-) Despesa Financeira Eletrobrás = f (IGP-M)
- (-) Despesa Financeira CESP = f (IGP-DI, TR)

- (-) Provisão para IR (resultado da simulação)
- (-) Provisão para CSLL (resultado da simulação)
- (+/-) Resultado Não-Operacional (distribuição uniforme com mínimos e máximos históricos)  
IR Diferido (não considerado)  
CSLL Diferido (não considerada)
- (+) Variação do Capital de Giro (Crédito, Estoques, Fornecedores)

**(1) = Fluxo de Caixa de Operações**

**Fluxo de Caixa de Atividades de Investimento**

- (+) Aquisição/Venda de Imobilizado (nulo)
- (+) Aquisição/Venda de Investimento (nulo)
- (+) Aquisição/Venda de Instrumentos Financeiros (Amortização Empréstimo AES Empreendimentos)

**(2) = Fluxo de Caixa de Atividades de Investimento**

**Fluxo de Caixa de Atividades de Financiamento**

- (-) Amortização MAE (49 parcelas)
- (-) Eletrobrás = f (IGP-M)
- (-) CESP = f (IGP-DI, TR)
- (-) Dividendos (Lucro Líquido Total — considera 100% de distribuição)

**(3) = Fluxo de Caixa de Atividades de Financiamento**

**Fluxo de Caixa Total = (1) + (2) + (3)**

**7. FATORES DE RISCO, MATRIZ DE CORRELAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO DE CHOLESKY**

Ao serem observados os contratos de operação, a estrutura de ativos e passivos da empresa, o cronograma de amortizações, o orçamento de Capex, o imposto de renda diferido e outras variáveis existentes na operação da AES Tietê, é possível construir uma matriz que relacione as principais operações/ produtos existentes na empresa com as variáveis aleatórias que determinam seus valores contábeis e/ou respectivas saídas/ entradas de caixa resultantes dessas oscilações (ver quadro a seguir).

**Matriz de Fatores de Risco**

Item	Fatores de Risco					
	IGP-M	Quantidade Demandada	CDI	USD	TR	IGP-DI
Demanda	X	X				
Aplicações Financeiras			X	X		
CESP II					X	
CESP III						X
Eletrobrás	X					

Para a execução da SMC, é necessário efetuar o cálculo das volatilidades e correlações entre cada um dos fatores de risco CDI, TR, IGP-M, IGP-DI, IPCA e PTAX (tabela 3).

Tabela 3

## Matriz de Correlação dos Fatores de Risco

r	CDI	TR	IGP-M	IGP-DI	IPCA	PTAX
CDI	1,0000	0,6131	0,9361	0,9256	0,9094	-0,3121
TR	0,6131	1,0000	0,6106	0,5437	0,8233	-0,2025
IGP-M	0,9361	0,6106	1,0000	0,9940	0,9418	-0,3140
IGP-DI	0,9256	0,5437	0,9940	1,0000	0,9077	-0,3076
IPCA	0,9094	0,8233	0,9418	0,9077	1,0000	-0,3013
PTAX	-0,3121	-0,2025	-0,3140	-0,3076	-0,3013	1,0000

Ao serem sorteados os números com distribuição uniforme, é necessária uma correção para que a correlação entre os fatores de risco efetivamente se manifeste durante a simulação. Essa correção é efetuada multiplicando o vetor de variáveis sorteadas pela matriz da tabela 4.

## 8. GANHOS EM RISCO

O Ganhos em Risco (*Earnings at Risk* — EaR) representa o lucro líquido que a empresa poderá apresentar em determinado instante futuro no tempo. Embora uma empresa com dívidas indexadas à taxa de câmbio possa apresentar prejuízo na última linha, isso não significa, necessariamente, que houve uma diminuição no caixa, bastando para isso que não haja data de pagamento de amortizações ou juros no período. Assim, a métrica EaR é importante do ponto de vista do investidor e do acionista para a avaliação do lucro líquido e, por extensão, do preço futuro da ação.

No limite, uma empresa não-financeira teria de simular ambos os números: o CFaR seria usado para monitorar o caixa e garantir que não haja surpresas que originem colapsos financeiros, possibilitando que atitudes corretivas sejam tomadas

Tabela 4

## Transformação de Cholesky — Fatores de Risco

Cholesky	CDI	TR	IGP-M	IGP-DI	IPCA	PTAX
CDI	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
TR	0,6131	0,7900	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
IGP-M	0,9361	0,0464	0,3487	0,0000	0,0000	0,0000
IGP-DI	0,9256	-0,0301	0,3698	0,0748	0,0000	0,0000
IPCA	0,9094	0,3364	0,2149	-0,0445	0,1083	0,0000
PTAX	-0,3121	-0,0141	-0,0608	0,0439	0,0209	0,9468

antes dos eventos negativos; enquanto o EaR seria a ferramenta usada para avaliar estados possíveis do que seria a última linha da DRE, com impacto no preço das ações da companhia.

## 9. RESULTADOS

O CFaR da AES Tietê, ao nível de 97,5% de confiança, é de R\$ (35.798), o que significa que a variação do caixa da empresa (gráfico 2) durante o exercício de 2004 será maior que esse valor com 97,5% de probabilidade. Se a frequência limite for relaxada para 5%, esse valor cai para R\$ (11.522). O EaR da AES Tietê, em 2004, é de R\$ 213.562, ao nível de 97,5% de confiança, o que significa que o lucro da empresa (gráfico 3) será, no mínimo, de R\$ 213.562 com 97,5% de probabilidade. Se a frequência limite for relaxada para 5%, o lucro sobe para R\$ 225.550. Outro subproduto do modelo é a distribuição do EBITDA da empresa (gráfico 4). Através da distribuição, pode-se observar um EBITDAaR (EBITDA em risco) de R\$ 686.485 com 99% de probabilidade.

## 10. BACK-TEST

Todo modelo estatístico que objetiva medir risco necessita de algum procedimento de verificação que atue no sentido de comprovar sua acurácia como antecipador de intervalos de

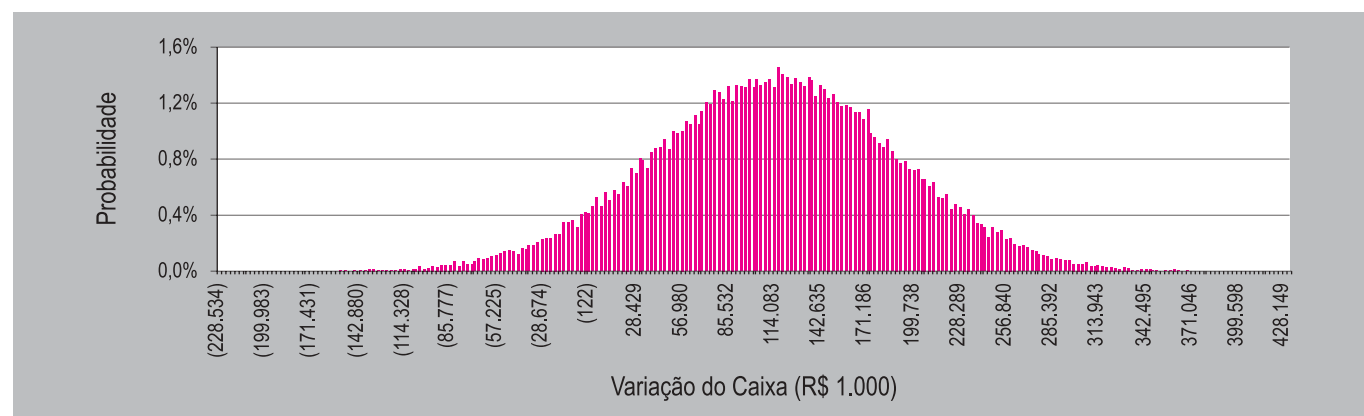


Gráfico 2: Distribuição de Frequência — Variação do Caixa

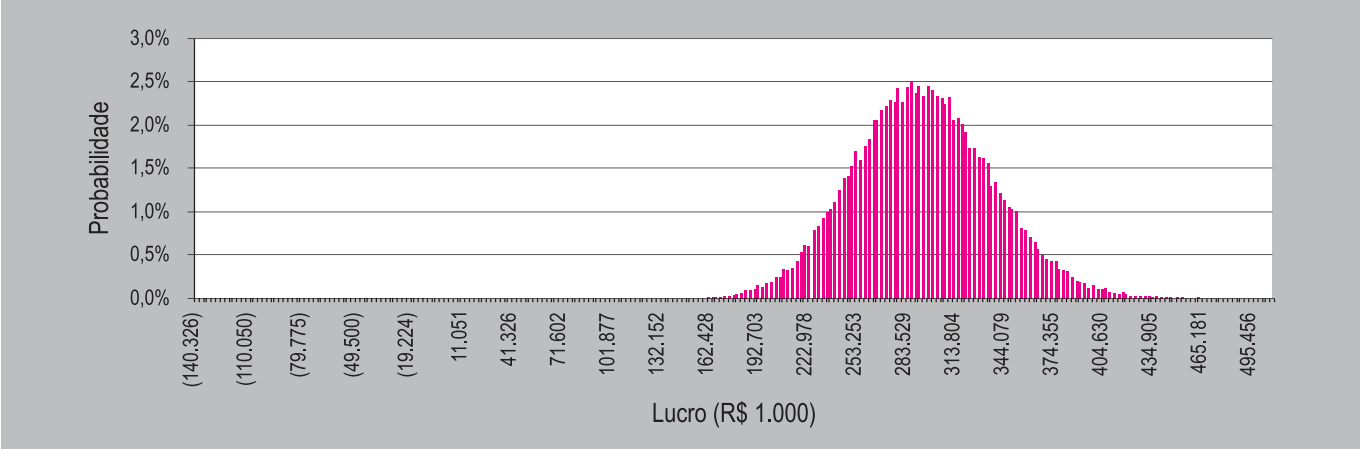


Gráfico 3: Distribuição de Frequência — Lucro Líquido

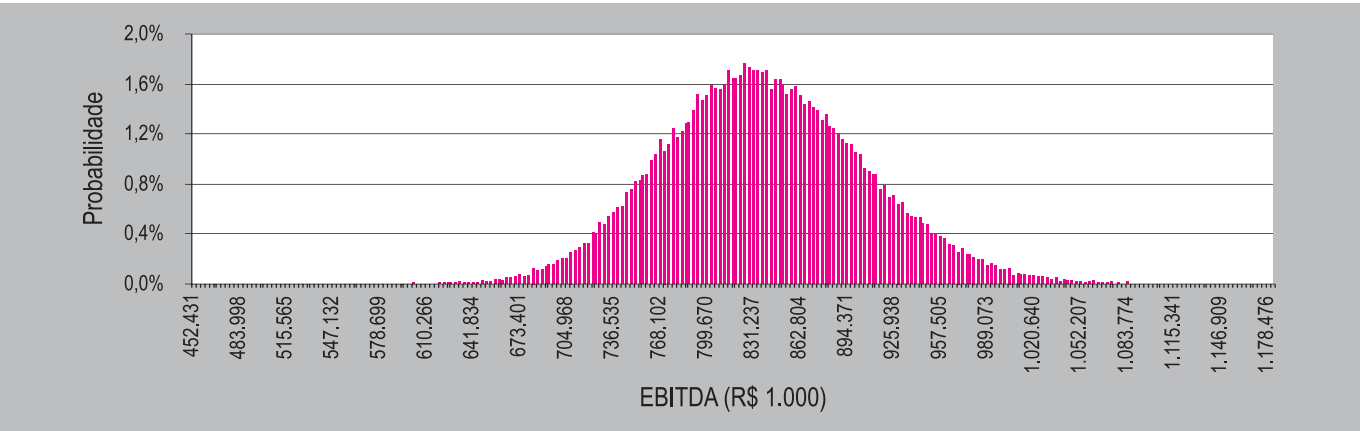


Gráfico 4: Distribuição de Frequência — EBITDA

variação para o comportamento de variáveis financeiras futuras. Ao procedimento de verificação da inserção da realização do evento dentro do intervalo que o modelo sugeriu *ex-ante*, dá-se o nome de *Back-Test*.

Na prática, fazer o *Back-Test* é verificar se o fluxo de caixa ocorrido na prática encontra-se dentro do intervalo calculado por CFaR, EaR (lucro líquido em risco) e EBITDAaR (EBITDA em risco) (ver tabela 5).

É esperado que haja discrepâncias entre o que foi apresentado pelo modelo e o que eventualmente pode ter ocorrido com a empresa. Como possíveis causas, observam-se:

- Ocorrência de cenários de *stress* com as variáveis econômicas, que são os indexadores de contratos de ativos e/ou passivos da empresa. Os cenários de *stress* não são contemplados no cálculo das volatilidades das distribuições dessas variáveis, são eventos extremos que, dada a sua pequena chance de ocorrência, são deixados de lado quando da simulação dos modelos estatísticos de risco. Exemplo: uma empresa endividada em US\$ vai sofrer um elevado prejuízo contábil se tiver passivos não protegidos nessa moeda e houver um *overshooting* (maxidesvalorização) cambial.

- Erros de modelagem: ao se definirem variáveis com distribuições uniformes com mínimos e máximos dados por valores contidos em seus últimos balanços, assume-se que não haverá valores maiores que o máximo e não haverá valores

Tabela 5

Variação no Caixa, Lucro Líquido e EBITDA  
Observados versus Real

Medida	Variação do Caixa	Lucro Líquido	EBITDA
Média	112.968	291.458	836.947
Desvio	75.170	41.518	68.623
Curtose	0,00	0,28	0,13
Assimetria	-0,04	0,14	0,19
Percentil (1,0%)	(64.212)	198.930	686.485
Percentil (2,5%)	(35.798)	213.352	709.487
Percentil (5,0%)	(11.522)	225.550	728.814
Real	223.236	291.512	776.500



menores que o mínimo, o que é uma hipótese simplificadora, que pode mostrar-se muito forte ao longo do tempo.

- Decisões da administração: pode ocorrer de a empresa achar que tem caixa demais com uma remuneração aquém do esperado e que o correto seria investir o dinheiro em alguma atividade produtiva ou quitar alguma dívida. Exemplo: um aumento na taxa de distribuição de dividendos é uma decisão de acionistas que aumenta o desembolso do caixa da empresa.

***A utilização do CFaR possibilitou que fossem criados mais cenários do que comumente é feito numa análise determinística, como em um procedimento de avaliação de empresas ou mesmo de projeção de resultados para orçamento em um plano de negócios.***

Ao se analisarem as demonstrações financeiras da AES Tietê em 31 de dezembro de 2004, podem ser encontrados os seguintes eventos não contemplados no modelo de CFaR proposto inicialmente:

- Recebimento de mútuo da AES Tietê Empreendimentos: o contrato de mútuo com a AES Tietê Empreendimentos S.A. (detentora de 38,68% das ações da Tietê) estava sendo remunerado pela variação de 100% do CDI e originalmente tinha vencimento final em dezembro de 2003 e pagamento previsto em seis parcelas. Em 14 de julho de 2003, foi assinado entre as partes um termo de aditamento ajustando o prazo do contrato para um período de dois anos. Esse contrato foi integralmente liquidado em agosto de 2004, o que gerou um impacto no caixa da empresa equivalente à diferença entre as amortizações previstas no contrato anterior e o valor da liquidação do contrato. O impacto no CFaR seria positivo em R\$ 19,13 milhões.
- Dividendos de exercícios anteriores: na Assembléia Geral Ordinária de 27 de julho de 2004, foi aprovada pelos acionistas presentes a distribuição dos dividendos remanescentes do exercício findo em 31 de dezembro de 2003 no valor de R\$ 87,44 milhões. Esse valor não foi considerado inicialmente no modelo, tendo que ser somado à variação do caixa. O impacto no CFaR seria negativo em R\$ 87,44 milhões.

- Dividendos calculados e não-distribuídos: o modelo assume que todo o lucro líquido gerado no ano é distribuído e, em função disso, o impacto no caixa é automático. Na prática, o que se observa são distribuições de dividendos intercaladas entre os anos fiscais, como a que gerou o evento do item anterior. Dessa maneira, em 2004 a AES Tietê pagou — além dos dividendos remanescentes — R\$ 199,43 milhões, para um lucro líquido de R\$ 291,51 milhões. Dada uma reserva legal de 5%, a última parcela de dividendos será de R\$ 77,50 milhões. O impacto no CFaR seria positivo em R\$ 77,50 milhões. Somando-se os três ajustes extraordinários, chega-se a um ajuste de CFaR de R\$ 9,19 milhões, o que resulta num CFaR de R\$ 26,6 milhões ao nível de confiança de 97,5% (percentil de 2,5%).

## 11. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A métrica de CFaR possibilitou o estudo sobre a condição financeira da empresa levando em conta uma abordagem estatística, sugerindo mais uma ferramenta para ser usada por analistas de investimentos, crédito e por executivos da própria empresa.

A utilização do CFaR possibilitou que fossem criados mais cenários do que comumente é feito numa análise determinística, como em um procedimento de avaliação de empresas ou mesmo de projeção de resultados para orçamento em um plano de negócios.

Do ponto de vista da condição financeira da empresa AES Tietê, o CFaR mostrou que é bem positiva, uma vez que dificilmente haveria, em 2004, uma condição de aperto de liquidez na companhia, ponto que foi corroborado pelo mercado financeiro, que negociou a ação preferencial da empresa GETI4 ao valor de R\$ 11,63 em 01 de janeiro de 2004 e ao valor de R\$ 34,16 em 30 de dezembro de 2004.

A Companhia possuía um nível de disponibilidades no início de 2004 de R\$ 266,18 milhões e nos cenários mais adversos apresenta um CFaR de R\$ (64,2) milhões ao nível de 99% de confiança.

Como ponto negativo, pode-se afirmar que existe razoável complexidade computacional para desenvolver um modelo satisfatório, o que muitas vezes pode ultrapassar as restrições orçamentárias das empresas. Devido a isso, atualmente poucas e grandes empresas vêm utilizando o CFaR para controlar suas exposições e seus riscos de demanda e de mercado. ♦

## NOTAS

- (1) Mais detalhes sobre simulação de Monte Carlo em Rubinstein (1981), Boyle, Broadie e Glasserman (1997) e Aragão e La Rocque (1999).
- (2) Teoria e algoritmos para geração de números pseudo-aleatórios podem ser encontrados em Box e Muller (1969), Knuth (1981) e Carter (1994).
- (3) Técnicas de cálculo de fluxo de caixa são discutidas em pormenores em Damodaran (1994).
- (4) Boletim Informações Trimestrais: Conjunto de informações financeiras e societárias enviado pelas companhias abertas à Comissão de Valores Mobiliários (CVM) para divulgação ao público.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAGÃO, C.; LA ROCQUE, E. Simulação de Monte Carlo (SMC) com volatilidade estocástica para a análise do risco de uma carteira de opções. *Resenha BM&F*, São Paulo, n.133, p.1-18, jun. 1999.
- BOX, G.E.P.; MULLER, M.E. A note on the generation of random normal deviates. *Annals Math. Stat*, Princeton, NJ, v.29, n.2, p.610-611, June 1958.
- BOYLE, P.; BROADIE, M.; GLASSERMAN, P. Monte-Carlo methods for security pricing. *Journal of Economic Dynamics*, London, n.8-9, p.1267-1322, 1997.
- CARTER, E. The generation and application of random numbers. (2 parts). *Forth Dimensions*, v.V, issues 1-2-3, May/June 1994; v.XVI, n.1-2-3, July/Aug. 1994.
- DAMODARAN, A. *Damodaran on valuation: security analysis for investment and corporate finance*. New York: John Wiley & Son, 1994.
- EPPEN, G.D.; FAMA, E.F. Solutions for cash balance and simple dynamic portfolio problems. *International Economic Review*, v.10, n.2, p.119-133, June 1969.
- KNUTH, D.E. *The art of computer programming: seminumerical algorithms*. Reading, Massachussets: Addison-Wesley, 1981. v.2. 688p.
- LA ROCQUE, E.; LOWENKRON, A. Métricas e particularidades da gestão de risco em corporações. Artigo Técnico Risk Control, Rio de Janeiro, 1-18, abr. 2004.
- RISKMETRICS GROUP. *CorporateMetrics™ Technical Document*. First edition. New York: Morgan Guaranty Trust Company of New York, 1999.
- RUBINSTEIN, R.Y. *Simulation and the Monte Carlo method*. New York: John Wiley & Sons, 1981.
- STEIN, Jeremy C.; USHER, Stephen E.; LAGATTUTA, Daniel. A comparables approach to measuring cashflow-at-risk for non-financial firms. *Journal of Applied Corporate Finance*, Harvard University, v.13, n.4, p.1-17, Winter 2001.

## ABSTRACT

### Cash flow at risk in non-financial companies

The main goal of this research is to study of the utilization of Cash Flow at Risk — CFaR. CFaR is a market risk assessing tool that is intended to simulate the value at risk of a future cash flow, operational and financial, given a confidence interval. The main idea is to present CFaR model applied to a non-financial company from the electrical sector, where either the rates and indexes of its financial assets and liabilities as well the demand for its services can be assumed random variables, in a process of statistical modeling for measurement of its cash flow's likely range of variation in the following fiscal year. A one-period back-test is performed at the conclusion chapter, showing that the real figures are within the range defined by the model, creating opportunities for new studies about the subject.

**Uniterms:** finance, models, cash flow, market risk, Monte Carlo simulation.

## RESUMEN

### Flujo de caja en riesgo en empresas no financieras

El objetivo general de esta investigación es estudiar la utilización del Flujo de Caja en Riesgo (*Cash Flow at Risk — CFaR*), una herramienta de control de riesgo de mercado que busca simular el valor en riesgo del flujo de caja futuro, tanto operacional como financiero, de una empresa dentro de un intervalo de confianza predefinido. La idea es presentar el modelo CFaR aplicado a una empresa no financiera, en especial una empresa del sector eléctrico generadora de energía, en que tanto los indexadores de sus activos y pasivos financieros como la demanda por sus servicios se pueden tratar como variables aleatorias, en un proceso de modelado estadístico para mensurar la posible banda de variación de su flujo de caja en el/los ejercicio(s) subsecuente(s). Como resultado, se comprobó que los valores observados en la práctica se encuentran dentro del intervalo definido como modelo por la simulación, lo que da lugar a nuevas investigaciones y ensayos sobre el tema.

**Palabras clave:** finanzas, modelos, flujo de caja, riesgo de mercado, simulación de Monte Carlo.